

**NASKAH PUBLIKASI**

**ANALISIS SISTEM PENTANAHAN MENGGUNAKAN TEMBAGA  
DIBANDING DENGAN MENGGUNAKAN  
PIPA GALVANIS (LEDENG)**



Disusun Oleh:

**RISMA LAKSANA**  
**D 400 100 011**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2013**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul: **“ANALISIS SISTEM PENTANAHAN  
MENGUNAKAN TEMBAGA DIBANDING DENGAN MENGUNAKAN  
PIPA GALVANIS (LEDENG)”** ini diajukan oleh :

Nama : Risma Laksana

NIM : D400 100 011

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Strata-Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperiksa dan disetujui pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 8 - 02 - 2014

Mengetahui

Dosen Pembimbing I



(Hasyim Asy'ari, ST, MT)

Dosen Pembimbing II



(Aris Budiman, ST. MT.)

# ANALISIS SISTEM PENTANAHAN MENGGUNAKAN TEMBAGA DIBANDING DENGAN MENGGUNAKAN PIPA GALVANIS (LEDENG)

Risma Laksana  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta

## ABSTRAKSI

*Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki sistem pentanahan pada gedung UMS Fakultas Kesehatan supaya peralatan-peralatan listrik dan data di dalamnya aman. Wilayah tersebut sering terkena sambaran petir yang mengakibatkan peralatan listrik cepat rusak, maka perlu adanya perbaikan. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan sistem pentanahan menggunakan tembaga dibanding dengan sistem pentanahan menggunakan pipa ledeng, karena tembaga dan pipa ledeng memiliki konduktivitas yang tinggi.*

*Tembaga dan pipa ledeng ditanam dengan kedalaman yang berbeda kemudian diukur dengan Earth Resistance Tester. Pengukuran dilakukan menggunakan metode tiga titik pada elektroda tunggal dan elektroda ganda. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dan dianalisa.*

*Hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa untuk mencapai nilai tahanan pentanahan  $< 1 \, \Omega$  dilakukan perbaikan dengan penanaman elektroda tembaga sepanjang 4m nilai pentanahan menjadi  $0,84 \, \Omega$ , sedangkan dengan penanaman pipa ledeng sepanjang 15 m nilai pentanahan menjadi  $0,8 \, \Omega$ . Dilihat dari segi biaya menggunakan elektroda pipa ledeng lebih ekonomis dibanding menggunakan tembaga, hasilnya pun hampir sama. Hasil itu sangat dipengaruhi oleh kedalaman elektroda yang ditanam, jumlah elektroda, jarak antar elektroda dan kondisi tanah dimana elektroda tersebut ditanam.*

**Kata kunci :** elektroda, tahanan pentanahan, pipa ledeng, tembaga

## 1. Pendahuluan

Sejalan berkembangnya jaman dan semakin sempitnya tanah yang dapat digunakan maka pembangunan perumahan di wilayah Indonesia mengalami kendala pada perluasan bangunan. Oleh karena itu pembangunan perumahan, gedung, ataupun bangunan-bangunan lainnya cenderung keatas atau bertingkat sebagai solusi menghadapi permasalahan tersebut. Bangunan bertingkat lebih rawan mengalami gangguan baik gangguan secara mekanik maupun gangguan alam.

Salah satu gangguan alam yang sering terjadi adalah sambaran petir.

Cara melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir maka dipasang sistem pengamanan, tidak terkecuali pada bangunan gedung UMS. Pentanahan atau *grounding* merupakan sistem pengawatan ke bumi dalam proses instalasi listrik. Pentanahan berkaitan dengan pembumian aliran listrik. Aliran listrik bersifat mencari segala media yang dapat digunakan untuk mengalir sampai bermuara ke tanah. Pentanahan yang baik dapat

mencegah kebakaran dan sengatan listrik. Sistem pengamanan itu berupa sistem penangkal petir beserta pentanahannya.

Adanya sistem pentanahan ini, semua bagian gedung dan permukaan tanah diharapkan mempunyai tegangan yang merata, terutama pada saat gangguan ke tanah sehingga tidak membahayakan orang yang berada disekitar tempat itu. Nilai pentanahan di gedung UMS Fakultas Kesehatan lebih dari 23  $\Omega$ . Hal itu tidak sesuai aturan **IEEE Std 1100 (IEEE Emerald Book)**, *IEEE Recommended Practice Grounding for Powering and Grounding Electronic Equipment*, karena nilai pentanahan yang bagus dibawah 1  $\Omega$ , maka perlu adanya penelitian dan perbaikan untuk menurunkan nilai pentanahan tersebut.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Prosedur Penelitian

Penelitian yang baik akan menghasilkan suatu pekerjaan yang baik pula. Adanya suatu prosedur ini diharapkan pekerjaan dapat dilaksanakan secara berurutan dan berkelanjutan tanpa harus mengganggu jenis pekerjaan lainnya.

### 2.2 Persiapan yang Dilakukan

Persiapan yang dilakukan meliputi:

1. Mempelajari dan memahami sistem pentanahan yang baik.
2. Mempersiapkan alat dan bahan.
3. Studi literature.

### 2.3 Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk dalam penelitian ini adalah:

1. Tembaga pejal (gambar 1)
2. 2,5 lonjor pipa ledeng (gambar 2)
3. Kabel BC / kabel konektor (gambar 3)



Gambar 1. Tembaga Pejal



Gambar 2. Pipa Galvanis atau Pipa Ledeng Ukuran 1dim



Gambar 3. Kabel BC

Peralatan yang digunakan meliputi:

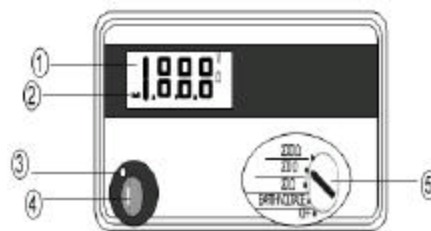
1. *Earth Resistance Tester* Dengan data sebagai berikut :

Merk : KYORITSU

Sumber tenaga : 9V DC Jenis baterai

Jenis : *Digital Earth Resistance Tester* 4105 A

Alat ini berfungsi untuk menampilkan nilai tahanan pentanahan yang terukur dengan kemampuan mengukur sampai 1999  $\Omega$ . Skema gambar *Earth Resistance Tester* ini ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. *Digital Earth Resistance Tester*

Keterangan :

1. LCD penampil nilai ukur.
  2. Simbol baterai dalam keadaan lemah.
  3. LED indicator (berwarna hijau).
  4. Tombol uji untuk mengunci.
  5. Terminal pengukuran.
2. Elektroda batang bantu berfungsi sebagai pembanding dari elektroda utama untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan.
  3. Meteran Alat untuk mengukur jarak antar elektroda dan kedalaman elektroda.
  4. Kabel penghubung. Kabel penghubung berfungsi untuk menghubungkan *Earth Resistance Tester* dengan elektroda uji dan elektroda bantu.
  5. Martil adalah alat yang digunakan untuk membantu menanam elektroda ke dalam tanah.
  6. Stang dari kayu. Alat untuk tumpuan pegangan dalam menanam elektroda.
  7. Kunci pipa atau kunci badut. Berfungsi untuk mengencangkan dan mengendorkan sambungan pada pipa ledeng.

#### 2.4 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan September – Desember 2013 di Universitas Muhammadiyah Surakarta Fakultas Ilmu Kesehatan

#### 2.5 Tahap Penelitian

1. Studi Literatur merupakan kajian penulis atas referensi-referensi yang ada baik berupa buku maupun karya-karya ilmiah yang berhubungan dengan penulisan penelitian ini.

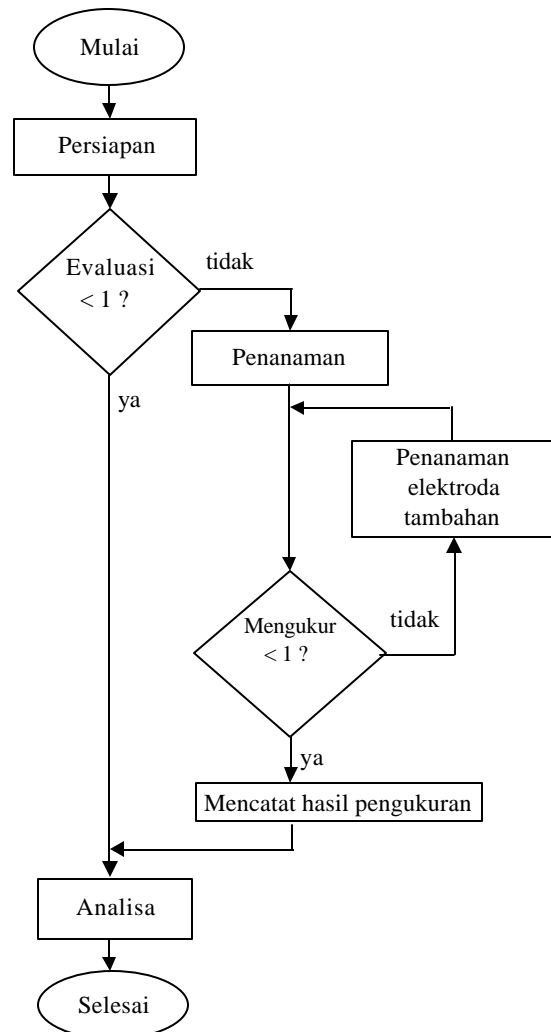
#### 2. Observasi dan Pengumpulan Data

Ini berupa observasi lapangan serta pengumpulan data yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan metode tiga titik.

#### 3. Pengolahan Data

Analisa data dan Perancangan, yaitu pengolahan data dengan pengukuran dan perhitungan secara manual kemudian membandingkan hasilnya.

#### 2.6 Flowchart Penelitian



Gambar 5. Flowchart Penelitian

### 3. Hasil Penelitian dan Analisa

#### 3.1 Hasil Penelitian

Hasil data penelitian berdasarkan pada hasil pengukuran dengan menggunakan elektroda tunggal dan elektroda ganda menggunakan *Earth Resistance Tester*.

*Grounding* yang benar : *Grounding* yang baik dan benar harus bisa mempunyai nilai tahanan lebih kecil dari 5  $\Omega$  untuk melindungi bangunan dan dibawah 1  $\Omega$  untuk melindungi data. Semua area tidak bisa mendapat nilai *grounding* yang baik dan benar, hal ini sangat bergantung oleh berbagai macam aspek seperti :

1. Jumlah kadar air: bila air tanah dangkal / penghujan maka nilai tahanan sebaran mudah didapatkan.
2. Jumlah mineral/garam: kandungan mineral tanah sangat mempengaruhi tahanan karena semakin berlogam maka listrik semakin mudah menghantarkan.
3. Tingkat keasaman: semakin asam pH tanah maka arus listrik semakin mudah menghantarkan.
4. Isi tekstur tanah : untuk daerah yang bertekstur pasir dan porous akan sulit untuk mendapatkan tahanan yang baik karena untuk jenis tanah ini air dan mineral akan mudah hanyut.

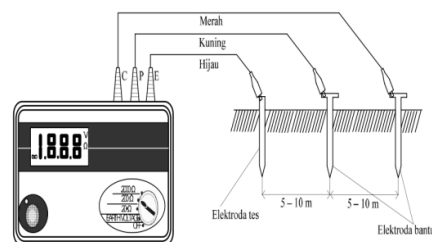
Pada wilayah gedung UMS Fakultas Kesehatan ini jenis tanahnya berbeda-beda. Ada yang tanah berbatu , tanah pasir mengandung air, tanah liat, dan tanah padas. Oleh karena itu semua hasil nilai pentanahnya berbeda-beda juga tergantung titik penanaman elektroda dan panjang elektroda yang ditanam.

#### 3.2 Hasil Pengukuran

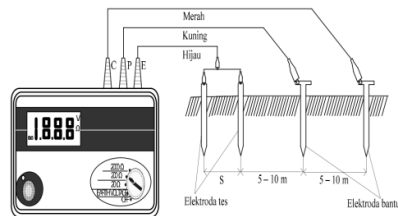
1. Pengukuran tahanan pentanahan dengan elektroda tunggal yang ditanam di tanah

Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai Pentanahan dengan Elektroda Tunggal

Tempat	Panjang elektroda yang ditanam	Tahanan	
		Sebelum ditanam	Sesudah ditanam
Barat Utara	4m tembaga	1,60 $\Omega$	1,36 $\Omega$
Barat Selatan	4m tembaga	2,50 $\Omega$	1,50 $\Omega$
Timur Utara	4m tembaga	3,24 $\Omega$	0,78 $\Omega$
Timur Selatan	4m tembaga	2,82 $\Omega$	0,84 $\Omega$
	6m pipa ledeng	2,82 $\Omega$	1,30 $\Omega$



Gambar 6. Rangkaian Pengukuran dengan Elektroda Tunggal



Gambar 7. Rangkain Pengukuran dengan Elektroda Ganda

2. Pengukuran tahanan pentanahan dengan elektroda ganda yang ditanam di tanah dengan kedalaman bervariasi.

Tabel 2. Hasil pengukuran nilai pentanahan dengan elektroda ganda

Tempat	Panjang elektroda yang ditanam	Tahanan	
		Sebelum ditanam	Sesudah ditanam
Barat Utara	4 m x 2 batang tembaga	1,60 ?	0,68 ?
Barat Selatan	4 m x 2 batang tembaga	2,50 ?	0,72 ?
Timur Selatan	4 m batang tembaga + 9 m pipa ledeng	2,82 ?	0,80 ?
	6 m + 9 m pipa ledeng	2,82 ?	0,80 ?

### 3.3 Analisa Pengaruh Kedalaman Elektroda yang Ditanam Terhadap Tahanan Pentanahan

Data-data hasil pengukuran tahanan pentanahan dengan elektroda tunggal ditanam di tanah dengan kedalaman bervariasi. Tahanan jenis dari berbagai macam jenis tanah pada kedalaman tertentu tergantung pada beberapa hal antara lain pengaruh temperatur, pengaruh kelembaban, dan pengaruh kandungan kimia. Berdasarkan rumus juga terlihat bahwa

tahanan tanah sebanding dengan tahanan jenis dan berbanding terbalik dengan kedalaman penanaman elektroda. Semakin dalam kedalaman elektroda yang tertanam maka nilai tahanan pentanahan semakin rendah. Hal ini terjadi juga pada semua kondisi tanah yang berbeda-beda (rawa, tanah liat, tanah berbatu). Hanya saja besarnya nilai tahanan pada elektroda ganda dengan jarak elektroda ( $S$ ) lebih panjang dari panjang elektroda ( $L$ ) atau  $S > L$  ini berbeda dibandingkan dengan nilai tahanan dari pengukuran elektroda tunggal dimana nilai tahanan pada kondisi ini lebih rendah.

Tahanan pentanahan dengan elektroda ganda yang tertanam pada kondisi  $S < L$  juga mengalami penurunan nilai tahanan jika kedalaman elektroda dari kedua elektroda tersebut tertanam semakin dalam. Hanya saja pada elektroda ganda dengan  $S < L$  mempunyai nilai lebih besar dari nilai tahanan dengan elektroda ganda pada kondisi  $S > L$  tetapi nilai tahanan pada kondisi ini lebih kecil dari nilai tahanan dengan menggunakan elektroda tunggal. Penurunan nilai tahanan ini terjadi pada jenis tanah yang berbeda.

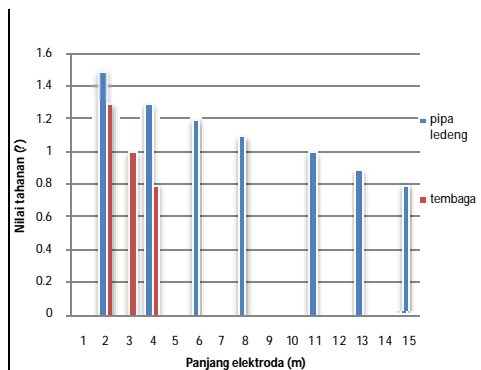
Struktur dan karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang mutlak diketahui karena mempunyai kaitan erat dengan perencanaan sistem pentanahan yang akan digunakan. Nilai tahanan jenis tanah harganya bermacam-macam, tergantung pada

komposisi tanahnya. Perlu diperhatikan juga adanya perbedaan temperatur antara tanah disekitar dengan temperatur di dalam tanah. Tahanan dengan elektroda tertanam di dalam tanah yang mengandung air bernilai lebih rendah dikarenakan kelembaban tanah disekitar.

### 3.4 Perbandingan Penurunan Nilai Pentanahan antara Tembaga dan Pipa Ledeng

Perbandingan penurunan nilai tahanan menggunakan tembaga dibanding dengan menggunakan pipa ledeng bisa dilihat pada gambar 8 diagram batang dibawah ini.

Penurunan nilai tahanan pentanahan tembaga pada gambar grafik diatas sangatlah pesat. Tembaga ditanam dengan kedalaman 2 m nilai tahanan yang dihasilkan 1,3  $\Omega$ . Tembaga ditanam dengan kedalaman 3 m nilai tahanan yang dihasilkah 1  $\Omega$ , sedangkan saat tembaga ditanam dengan kedalaman 4 m nilai tahanan pentanahannya 0,84  $\Omega$ .



Gambar 8. Grafik Perbandingan Penurunan Nilai Tahanan

Jadi setiap 1 m tembaga yang ditanam mengalami penurunan tahanan pentanahan sebesar 0,2  $\Omega$  – 0,3  $\Omega$ . Pada pipa ledeng yang ditanam 2 m menghasilkan tahanan sebesar 1,5  $\Omega$ . Saat ditanam 4 m tahanan yang dihasilkan 1,3  $\Omega$ , kemudian ditanam 8 m tahanannya 1,1  $\Omega$  hingga ditanam dengan kedalaman 15 m secara paralel baru bisa menghasilkan tahanan pentanahan sebesar 0,8  $\Omega$ . Jadi penurunan tahanan pentanahan setiap 2 m menggunakan pipa ledeng ukuran 1dim sebesar 0,1  $\Omega$ . Penurunan tahanan diatas bisa disimpulkan bahwa tembaga lebih pesat penurunan tahanan pentanahannya dibanding dengan pipa ledeng. Semua itu dikarenakan tembaga memiliki nilai konduktivitas yang tinggi dibanding dengan pipa ledeng, tetapi hasil nilai pentanahan yang diperoleh sama. Hanya saja beda panjang elektroda yang ditanam ke dalam tanah.

### 3.5 Perbandingan Keekonomisan Antara Tembaga Dengan Pipa Ledeng

Berikut ini adalah perbandingan perhitungan keekonomisan antara tembaga dan pipa ledeng :

? Harga 4 m tembaga sebesar Rp.1.000.000,00

? Harga 6 m pipa ledeng 1 dim sebesar Rp.120.000,00

Perhitungan untuk tembaga :

Penanaman elektroda tembaga kedalam tanah 4 m menghasilkan nilai tahanan sebesar 0,84  $\Omega$ . Jadi biaya yang harus dikeluarkan Rp.1.000.000,00.



Perhitungan untuk pipa ledeng :  
 Penanaman elektroda pipa ledeng 1  
 dim kedalam tanah  $6\text{ m} + 9\text{ m} = 15\text{ m}$ . Karena harga pipa dihitung dalam  
 lonjoran atau 6 m per batang, maka  
 15 m sama dengan 2,5 lonjor. Jadi  
 biaya yang harus dikeluarkan  $2,5 \times$   
 Rp.120.000,00 = Rp.300.000,00.

Dari segi harga sistem  
 pentanahan menggunakan pipa  
 ledeng lebih irit atau ekonomis  
 dibanding dengan menggunakan  
 tembaga. Bisa dikatakan pipa ledeng  
 dibanding tembaga dari segi harga  
 yaitu 1:3.

#### 4. Penutup

##### 4.1 Kesimpulan

1. Untuk mendapatkan nilai  
 tahanan  $< 1\text{ ?}$  menggunakan  
 elektroda pipa ledeng  
 sepanjang 15 m dapat  
 menghasilkan nilai tahanan  
 sebesar 0,8 ? dan tembaga  
 murni 4 m dapat menghasilkan  
 nilai tahanan sebesar 0,84 ? .  
 Semua itu juga tergantung pada  
 faktor kondisi tanah dan jenis  
 tanah yang ditanami elektroda.
2. Sistem pentanahan  
 menggunakan pipa ledeng 1  
 dim lebih ekonomis, yaitu 1:3  
 dibanding dengan  
 menggunakan tembaga murni,  
 hasil nilai pentanahannya pun  
 hampir sama.

##### 4.2 Saran

1. Diharapkan dalam penentuan  
 titik penanaman elektroda  
 mencari tanah yang  
 mengandung air atau dekat  
 dengan sumber air.
2. Gunakan tembaga murni atau  
 pipa ledeng yang kualitasnya  
 bagus agar bisa dicapai nilai

pentanahan yang kecil dan  
 dapat bertahan lama.

3. Sebaiknya sistem pentanahan  
 menggunakan kabel konektor  
 atau kabel BC yang tembaga  
 murni jangan tembaga sepuhan  
 karena nilai resistansinya atau  
 konduktivitasnya sangat  
 berbeda.

#### DAFTAR PUSTAKA

Dhermawan Arif. 2002. *Analisis  
 Perbandingan Nilai Tahanan  
 Pentanahan Yang Ditanam  
 Di Tanah dan Di Septictank  
 Pada Perumahan*. Universitas  
 Diponegoro

Hanif Guntoro. 2008. *Sistem  
 Distribusi Tenaga Listrik*.  
[www.dunia-listrik-  
 blogspot.com](http://www.dunia-listrik.blogspot.com)

[http://elektronika-dasar.web.id/teori-  
 elektronika/nilai-resistansi-  
 grounding-yang-baik/](http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/nilai-resistansi-grounding-yang-baik/)

IEEE Std 1100 (*IEEE Emerald  
 Book*), *IEEE Recommended  
 Practice Grounding for  
 Powering and Grounding  
 Electronic Equipment*.

Lanzoni, Joseph, *Designing for a  
 Low Resistance Earth  
 Interface (Grounding`  
 Lighting Eliminators ar  
 Consultants Inc. : Colorado,  
 USA*.

Supriyanto Joko. 2013. *Instalasi  
 Listrik*. [www. listrik-  
 rumahku.blogspot.com](http://www.listrik-rumahku.blogspot.com)T.S.

Hutahuruk. 1991. *Pentanahan  
 Netral Sistem Tenaga dan*

*Pentanahan Peralatan.*  
Jakarta: Erlangga

William D. Stevenson. Jr, Kamal  
Idris. 1994. *Analisis Sistem  
Tenaga Listrik*, Edisi  
Keempat. Jakarta: Erlangga